
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

EEK 464 – HIGH VOLTAGE SYSTEM
[SISTEM VOLTAN TINGGI]

Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **TEN (10)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

[Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai]

1. (a) Secara am, medan elektrik di antara dua elektrod boleh jadi medan seragam dan tak seragam. Terangkan apakah makna bagi bentuk medan elektrik seragam dan tak seragam?

In general, the electric fields between two electrodes can be uniform and non-uniform field. Explain what is mean by uniform and non-uniform electric field?

(25 markah/marks)

- (b) Terangkan apa yang dimaksudkan dengan terma-terma berikut

Explain what is mean by the following terms.

- (i) Pengionan

Ionization

- (ii) NyahCaj

Partial Discharge

- (iii) VoltanPecahTebat

Breakdown Voltage

- (iv) NyahCaj Korona

Corona Discharge

- (v) Pengkali pengionan

Ionization coefficient

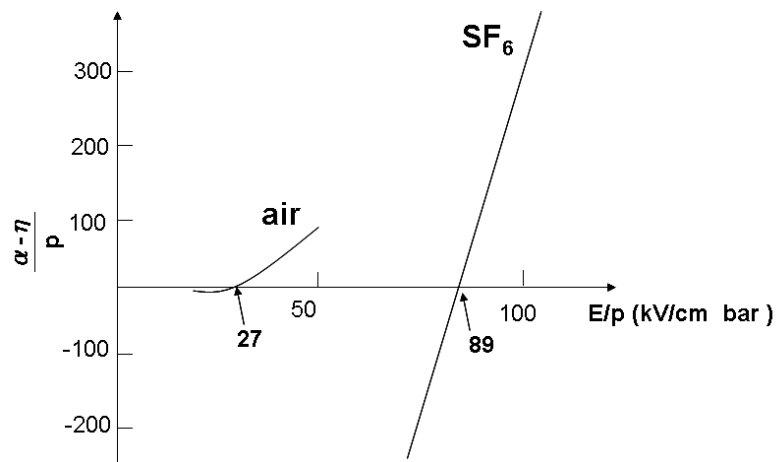
(25 /markahmarks)

- (c) Rajah 1 berikut menunjukkan pengkali pegionan berkesan dalam udara dan gas SF₆. Jelaskan rajah tersebut berdasarkan kepada kekuatan dielektrik bagi gas-gas tersebut.

The following graph in Figure 1 depicts the effective ionization coefficient in air and SF₆ gas. Interpret the graph with regards to dielectric strength of the gases.

(25 markah/marks)

...3/-



Rajah 1/Figure 1 : Effective ionization coefficient in air and SF_6 gas

- (d) Apakah gas elektonegatif? Namakan satu daripada gas ini. Jelaskan kenapakah kekuatan keruntuhan gas ini tinggi dibandingkan dengan gas lain?

What are electronegative gases? Name one of these gases. Explain why the breakdown strength is higher in these gases compared with that in the other gases?

(25 markah/marks)

2. (a) Dalam suatu ujikaji untuk menentukan kekuatan keruntuhan bagi minyak pengubah, perkara berikut telah dibuat. Terbitkan rumusan matematik mengaitkan sela jarak dan voltan dikenakan pada minyak. Gunakan keputusan ujikaji dalam **Jadual 1** untuk menentukan kekuatan keruntuhan bagi minyak mengikut spesifikasi piawai.

*In an experiment for determining the breakdown strength of transformer oil the following observation were made. Derive a mathematical formula to relate the gap spacing and the applied voltage of oil. Use the experiment result in **Table 1** to determine the breakdown strength of oil according to standard specifications.*

(40 markah/marks)

Jadual 1 Keputusan ujikaji bagi keruntuhan voltan terhadap fungsi sela jarak

Table 1 Experiment result of breakdown voltage as a function of gap spacing

Gap spacing (mm)	4	6	10	12
Breakdown voltage (kV)	90	140	210	255

- (b) Keruntuhan dalam cecair dielektrik bergantung kepada beberapa faktor. Nyatakan tiga faktor yang mempengaruhi keruntuhan dalam cecair dielektrik.

Breakdown in liquids dielectric is dependent on several factors. State down three factors that influence the breakdown in liquid dielectric.

(30 markah/marks)

- (c) Cecair dielektrik mempunyai ciri-ciri yang tertentu untuk mengekalkan prestasinya. Apakah ciri-ciri utama yang diperlukan untuk menentukan prestasi dielektrik bagi cecair dielektrik?

Liquid dielectric should have curtain characteristic to keep it performance. What are the main characteristics that are essential indetermining the dielectric performance of liquid dielectrics?

(30 markah/marks)

3. (a) Suatu talian hantaran bergalang pusuan $Z(\Omega)$ diakhiri dengan satu pemuat $C(\mu F)$. Jika gelombang voltan tuju ialah $E\epsilon^{-\alpha t}$ bergerak sepanjang talian sehingga titik pencantuman.

A transmission line of surge impedance $Z(\Omega)$ is terminated with a capacitance $C (\mu F)$. If an incident voltage wave of $E\epsilon^{-\alpha t}$ travel along the line to the junction point,

- (i) Lakarkan litar setara bagi talian hantaran yang menunjukkan pergerakan gelombang.

Sketch the equivalent circuit of the transmission line showing the travelling wave

(20 markah/marks)

- (ii) Anggarkan gelombang voltan dan arus terhantar dalam talian hantaran.

Estimate the transmitted voltage and current wave in the transmission line

(20 markah/marks)

- (iii) Anggarkan juga gelombang voltan dan arus terpantul dalam talian hantaran.

Estimate also the reflected voltage and current wave in the transmission line

(20 markah/marks)

- (b) Sejenis pendarab voltan Cockcroft-Walton mempunyai dua belas paras dengan semua kemuatan sama dengan $0.15\mu\text{F}$. Voltan bekalan ialah 200kV pada frekuensi 50Hz . Jika arus beban dibekalkan ialah 5mA , kira

A Cockcroft-Walton type voltage multiplier has twelve stages with capacitances all equal to $0.15\mu\text{F}$. The supply voltage V_s is 200kV at a frequency of 50Hz . If the load current to be supplied is 5mA , calculate

- (i) voltan riak
ripple voltage
- (ii) susutan voltan
voltage drop
- (iii) purata voltan keluaran
Average output voltage
- (iv) pengaturan
Regulation

(40 markah/marks)

4. Suatu pengubah satu fasa, 5kVA , $240\text{V}/100\text{kV}$, digunakan dalam ujikaji untuk menentukan kekuatan dielektrik ac bagi suatu penebat pepejal. Penebat tersebut mempunyai ketebalan 2mm diletakkan di antara dua satah elektrod. Suatu perintang $10\text{M}\Omega$ perlu di sertakan dalam sistem litar ujikaji ini untuk merendahkan arus bocor. Voltan pecah tebat bagi penebat pepejal ini diukur dengan menggunakan pembahagi muatan, C_1 dan C_2 , disambung kepada osiloskop. Catatan C_1 ialah 3nF .

A single phase 5kVA , $240\text{V}/100\text{kV}$ transformer is used in the experiment to determined ac dielectric strength of a solid insulator. The insulator has a thickness of 2mm placed in between plane-to-plane electrodes. A $10\text{M}\Omega$ limiting resistance should be included in this experiment circuit system to suppress the leakage current. Breakdown voltage of the solid insulator is measured by using capacitive divider, C_1 and C_2 , to the oscilloscope. Noted C_1 is 3nF

- (i) bina satu litar setara bagi ujikaji untuk menentukan kekuatan dielektrik ac bagi penebat pepejal

construct an equivalent circuit of the experiment to determine the ac dielectric strength of the solid insulator.

(25 markah/marks)

- (ii) Anggarkan nilai muatan C_2 bagi pembahagi muatan untuk mengukur voltan pecah tebat bagi sistem ini dengan alat pengukur voltan maksima 400V

Estimate the capacitor value C_2 of the capacitive divider for the breakdown voltage measurement of this system with measurement device of 400V maximum voltage

(25 markah/marks)

- (iii) Jika voltan keruntuhan bagi penebat pepejal ialah 80kV, kira ketahanan dielektrik bagi penebat tersebut.

If the breakdown voltage of the solid insulator is 80kV, calculate the dielectric strength of the insulator.

(25 markah/marks)

- (iv) Pembahagi muatan perlu disambungkan kepada osiloskop untuk mengukur bentuk gelombang voltan yang dikenakan. Pilih osiloskop berikut yang sesuai digunakan untuk mengukur bentuk gelombang yang betul daripada voltan yang dikenakan. Buktikan kenapa osiloskop yang dipilih boleh digunakan untuk mengukur dengan betul bentuk gelombang voltan yang dikenakan.

The capacitive divider should be connected to the oscilloscope to measure the waveform of the applied voltage. Choose the following oscilloscope that suitable to be used to measure the correct waveform of applied voltage. Proof why the chosen oscilloscope can be used to measure the correct waveform of applied voltage?

(25 markah/marks)

	<u>Oscilloscope 1</u>	<u>Oscilloscope 2</u>
Input Impedance	1M Ω	50 Ω
Max. Voltage	400 V	5 V

5. (a) Terangkan mekanisma sambar kilat dan arus pusuan sepadan dengan diagram yang sesuai

Explain mechanism of lightning stroke and the corresponding current surge with the suitable diagram

(25 markah/marks)

- (b) Jelaskan prinsip kerja asas bagi pemutus litar? Namakan pemutus litar berpandukan kepada bahantara dielektrik yang digunakan.

Explain the basic working principle of circuit breaker? Designate the circuit breakers according to the dielectric medium used.

(25 markah/marks)

- (c) Tegasan voltan lampau suatu sistem kuasa secara amnya boleh diklasifikasikan kepada dua jenis yang utama. Apakah dua jenis tersebut dan terangkan secara ringkas?

Overvoltage stressing a power system can generally be classified into two main types. What are those two types and explain it?

(25 markah/marks)

- (d) Perlindungan terhadap voltan lampau dan pensusisan voltan lampau boleh dilakukan pelbagai cara. Nyatakan tiga cara perlindungan terhadap voltan lampau yang disebabkan oleh kilat?

Protection against overvoltages and switching overvoltages can be performed in many ways. State down three ways of protection against the overvoltages due to lightning?

(25 markah/marks)

6. (a) Mekanisma pecah tebat bagi pepejal dielektrik boleh di klasifikasikan kepada beberapa mekanisma. Senaraikan semua mekanisma tersebut.

Breakdown mechanisms of solid dielectric can be classified to a few mechanism. List all the mechanism

(25 markah/marks)

- (b) Jelaskan dengan gambarajah jenis-jenis litar penerus untuk menghasilkan voltan tinggi dc.

Explain with the diagram types of rectifier circuit for producing high DC voltages.

(25 markah/marks)

- (c) Namakan tiga mekanisma keruntuhan dalam hampagas? Terangkan salah satu mekanisma tersebut.

Name three of the breakdown mechanism in vacuum? Explain one of the mechanism.

(25 markah/marks)

(d) Terangkan apa yang dimaksudkan dengan tema-tema berikut

Explain what is mean by the following terms.

- (i) Penyimpanan semula-diri penebat
Self - restoring insulation
- (ii) Bukan penyimpanan semula diri penebat
Non-self- restoring insulation
- (iii) Pelanggaran kenyal
Elastic collisions
- (iv) Pelanggaran tak kenyal
Inelastic collision
- (v) Pengionan
Ionization

(25 markah/marks)